
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2010/2011 Academic Session

April/May 2011

ESA 344/2 – Propulsion Systems
Sistem Dorongan

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

INSTRUCTION TO CANDIDATES
ARAHAN KEPADA CALON

Please ensure that this paper contains **FOUR (4)** printed pages and **THREE (3)** questions before you begin examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **EMPAT (4)** mukasurat bercetak dan **TIGA (3)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.

*Jawab **SEMUA** soalan.*

Student may answer the questions either in English or Bahasa Malaysia but not both.

Pelajar boleh menjawab soalan dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia tetapi bukan kedua-duanya sekali.

Each question must begin from a new page.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada kertas soalan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.

1. Briefly answer the following.

Secara ringkas, jawab soalan-soalan di bawah.

- (a) From a propulsion system standpoint, explain why commercial aircraft flies at 35,000 ft?

Daripada sudut sistem dorongan pesawat, terangkan mengapa pesawat komersial terbang pada ketinggian 35,000 kaki?

(10 marks/markah)

- (b) What is the reason for a by-pass flow in a turbofan propulsion system?

Apakah kegunaan aliran lencongan dalam sistem dorongan turbofan?

(10 marks/markah)

- (c) Explain the basic mechanisms during combustion and how does the combustion process is translated into thrust.

Terangkan mekanisma-mekanisma asas dalam proses pembakaran dan bagaimana proses pembakaran menghasilkan daya tujah.

(10 marks/markah)

2. Use the air-standard Brayton cycle to model the performance of a turbojet engine for a vehicle flying at a Mach number of 4.0 at an altitude of 75,000 ft where the ambient conditions are 221 K and 2.6 kPa. Assume that all processes are ideal, and that the compressor pressure ratio is 5 with turbine inlet temperature 1900 K.

Sebuah enjin turbojet dimodelkan dengan menggunakan kitaran Brayton dan terbang dengan nombor Mach 4.0 dengan ketinggian 75,000 kaki di mana keadaan persekitarannya adalah suhu 221 K dan tekanan 2.6 kPa. Anggap semua proses adalah sempurna dan nisbah tekanan kompresor adalah 5 dan suhu inlet turbin adalah 1900 K.

- (a) Sketch the cycle on P-v and T-s diagrams.

Lakar kitaran di atas dengan menggunakan rajah P-v dan T-s.

(12 marks/markah)

- (b) Show why the turbojets may not be the best propulsion choice for flight for this Mach number and above. Make sure you show relevant equations to prove your case and state all assumptions clearly.

Tunjukkan bahawa turbojet tidak sesuai untuk kelajuan Mach nombor di atas. Pastikan anda dapat membuktikannya dengan menggunakan persamaan-persamaan yang berkaitan dan nyatakan segala anggapan-anggapan yang dibuat.

(10 marks/markah)

- (c) If (b) is true, what type of propulsion system would you use and why?

Jika (b) adalah benar, apakah sistem dorongan yang sesuai dan kenapa?

(3 marks/markah)

- (d) Let the turbojet engine produce exit velocity (U_e) and mass flow rate (\dot{m}_a) which are both assumed to be constant value. Also assume that the nozzle provides perfect expansion ratio and the fuel-to-air ratio is much less than 1. Determine the flight speed (U_∞) that will provide the maximum thrust power.

Anggap enjin turbojet menghasilkan halaju keluar (U_e) dan kadar aliran jisim (\dot{m}_a) yang tetap. Juga anggap nisbah pengembangan yang sempurna dan nisbah minyak-kepada-udara sangat kurang daripada 1. Tentukan kelajuan penerbangan (U_∞) yang dapat memberikan kuasa daya tujah maksima.

(10 marks/markah)

3. The first stage of a two-stage medium lift launch rocket must accelerate Stage 2 and its payload to a velocity of 2800 m/s. Assume that the first stage follows a vertical trajectory where drag and variations in gravity can be neglected and that the initial mass of the second stage and payload is 350,000 kg. Also assume that the maximum allowable acceleration during this phase of the launch is 5 g's. In addition, use the following data

Fasa pertama daripada dua fasa sebuah roket daya tujuh sederhana harus memecut fasa kedua dan muatan kepada halaju 2800 m/s. Anggap fasa pertama mempunyai pergerakan menegak dan abaikan daya rintangan dan gravity serta anggap jisim asal fasa kedua dan muatannya adalah 350,000 kg. Juga anggap kadar pecutan maksima yang dibenarkan adalah 5 g serta menggunakan data-data berikut.

Fuel = H_2 (specific gravity=0.08); Oxidizer = O_2 (specific gravity=1.14); Fuel-Oxidizer mixture = 3 kg of O_2 per kg of H_2 ; $I_{sp} = 400$ s; Motor mass = 3×10^{-4} kg per Newton of takeoff thrust; Stage 1 guidance equipment mass = 250 kg; Tank mass = 3% of propellant mass; Propellant tanks L-to-D ratio = 8-to-1

Considering a constant thrust rocket, calculate the following:

Andainya roket menghasilkan daya tujuh yang tetap, kira perkara-perkara berikut:

- (a) Mass of oxidizer, fuel and propellant tanks.
Jisim tangki bahan api, minyak dan tangki kedua-duanya.
(9 marks/markah)
- (b) Mass of motors and the entire vehicle at liftoff, and takeoff thrust.
Jisim motor-motor dan keseluruhan kenderaan semasa pelancaran dan daya tujuh semasa pelancaran.
(8 marks/markah)
- (c) Length and diameter of the fuel and oxidizer tanks (assume both tanks have the same diameters).
Panjang dan diameter tangki minyak dan tangki bahan api (anggap kedua-duanya mempunyai diameter yang sama)
(8 marks/markah)
- (d) Time to burnout and altitude of rocket at burnout.
Masa untuk pembakaran lengkap dan ketinggian roket ketika itu.
(10 marks/markah)